

## 学習者の動きを活かした

### パソコン利用問題演習システムに関する一考察

#### A Study on the Drill System

#### Utilizing the Computer and Learners' Doings

園 屋 高 志\*

(1990年10月15日 受理)

Takashi SONOYA

### 1. 本システムの概要と特長

学校現場では学習指導法の改善について、様々な取り組みがなされていることは周知の通りである。筆者もこれについて、(1)授業中の教師の教授技術の向上、(2)パーソナルコンピュータ（以下パソコンと称す）等の教育機器を活用した学習指導法の改善、および(3)問題演習方法の改善、の三つの面から現場教師らとともに研究してきている。このうち(3)については、現在「学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システム」について研究を続けているところである。本論文はこのシステムの、「学習指導法の改善における位置づけ」や「実施時の具体的方式」などについて考察を加えたものである。

この「学習者の動きを活かしたパソコン利用問題演習システム」は、学校で問題演習（ドリル）を行う際の学習者の学習意欲を高めることを目的とした学習システムであり、筆者らが創案した従来の「ヤルキーズシステム<sup>1)</sup>」をパソコンの導入によって改良したもので、その特徴や実践結果等は既に報告されている通りである<sup>2)3)4)</sup>。なお、本システムが従来のヤルキーズシステムと異なるのは、パソコンを利用した点であることから、本システムを通常「パソコン利用ヤルキーズシステム」と呼んでおり、以下本論文でもこのように称することにする。

本論文ではこのパソコン利用ヤルキーズシステムについて考察するわけであるが、まずこのシステムについて読者に理解していただく必要があるので、過去の報告と重複するが、このシステムの概要と特長を説明しておくことにする。

学校で問題演習を行う場合、一般には図1①のように数多くの練習問題を記載した「問題プリント」を教師が用意し、これを学習者に配布し、自席に座ったままで解かせるという「静的」な方法で行うことが多い。しかし、これでは学習者は数多い問題を順に解いていくうちに、その単調さか

\* 鹿児島大学教育学部附属教育実践研究指導センター

ら飽きが出てしまう傾向がある。

これに対し、以下に説明するこのシステムは、問題演習の間、学習者を教室内で動き回らせ、その動きによって学習意欲を維持させるという「動的」な学習システムであり、教師や子ども達にやる気と親しみを持ってもらうために、「ヤルキーズシステム」と名付けているものである。

本システムでの問題演習の進め方を説明すると、

次のようになる。(以下図1参照)。

- (1) まず教師は1枚に1～2題を印刷した“問題カード”<sup>⑥</sup>(これは図1<sup>⑤</sup>のプリントを切り分けた形である)を教室内の“問題卓”P上にのせておく。
- (2) このうち1問目の問題カードは最初に一齐に配られ、学習者は自席Rでそれを解く。
- (3) 学習者は解答を問題カードに記入した後、“解答卓”Sへ行き、そこに置いてあるパソコンを操作する。すなわち、パソコンの画面上に表示される指示に従い、自分の出席番号、問題番号、およびその問題の解答を順に入力する。
- (4) 入力が終わるとパソコン内で即時に正誤が判定され、画面上に正誤が表示されるので、学習者はそれを見て問題カード上の自分の解答に○×をつける。
- (5) そして、正答の場合、問題卓Pへ行き、次の2問目の問題カードをとって自席へ戻り、一方誤答の場合、すぐに自席Rへ戻ってその問題を解き直す。

各学習者は皆同様にこのような動きを繰り返して問題演習を進めていくわけである。

このシステムでは、学習者が解答を照合する場所まで移動し、そこで自分で正解と照合するところにキーポイントがあるわけで、その解答照合のためのメディアとしてパソコンを用いていることになる。従来のヤルキーズシステムではそのメディアとしてパソコンではなく、「解答カード」「カードコード」が利用されているが、パソコンを用いた場合は特に次のような特長が生じる。

- (ア) 「出席番号5番の学習者は、問題2については、1回目に□□と答えて、誤答であり、2回目に◇◇と答えて正答となった。」というような解答の経過が、全学習者の全問題についてパ

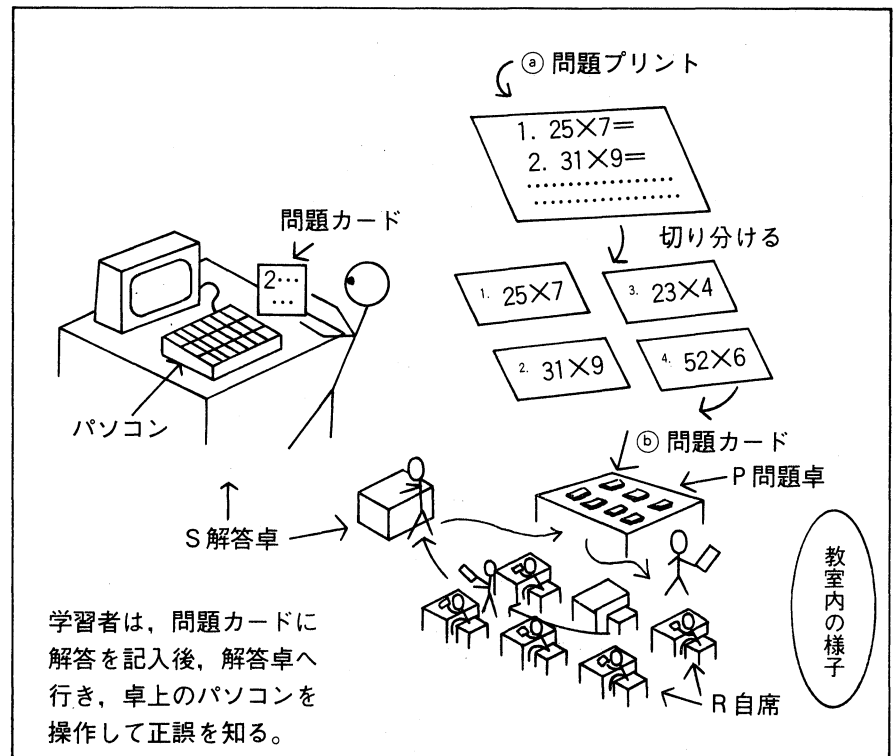


図1：本システムにおける教室の様子と学習者の動き

パソコン内に記録として残ることになる。従って、教師が後から個別指導をする際にその記録が役立つ。

- (イ) さらに解答経過が記録されることから、たとえばある学習者がある問題を1回目で正答になった場合と、1回目は誤答で2回目に正答になった場合とで、KRのことはを変えて提示すること、すなわち個人別に解答経過に応じた適切なKRを与えることが可能となる。
- (ウ) (イ) と関連するが、3回とも続けて誤答の場合に、「教師のところに行きなさい」というようなKRをパソコンから与え、学習者の行動を指示することができる。このような手だてによって、学習中に個別指導の必要な学習者を教師が発見できるなど、教師の個別指導を援助できることになる。

以上がパソコン利用ヤルキーズシステムの概要と特長であるが、さらに本システムを応用した「ドリルチャンプ」と呼ばれる問題演習システムが、木村によって創案されており、現在筆者と共同でその研究を進めているところである<sup>5)</sup>。「ドリルチャンプ」についても考察すべきことがいくつかあるが、それは稿を改めて木村とともに報告することにして、ここでは主にパソコン利用ヤルキーズシステムを考察の対象とし、その「学習指導法の改善における位置づけ」や「実施時の具体的方式」などを明らかにするとともに、さらに今後の検討課題について述べることにする。

## 2. 学習指導法の改善における位置づけ

冒頭に述べたように、学校現場では学習指導法の改善に様々な面からの取り組みがなされている。したがって学習指導法の改善における本システムの位置づけを明らかにすることは、他の学習指導法を創案する際に有用であると考えられるので、ここでそれを述べることにする。

この位置づけについてここでは、[I. 問題演習方法の改善]と[IⅡ. パソコン利用]という二つの観点から考察し、その結果を図2に表した。

まず、本システムでは学習者の学習意欲を高めることができるように、また教師にとっては個別指導が可能となるように、問題演習方法のくふうをしたことが、前者の観点の基本となっている(図2A)。

そして、学習意欲を高める方法として、従来の静的方法(図2, B-1)に代わって動的方法(図2, B-2)であるヤルキーズシステムを採用している。なお学習者の動きが学習意欲を高めることは、既に明らかにした通りである<sup>6)</sup>。

ヤルキーズシステムにおいては、解答照合のメディアとして図2Cに示したのものがある。このうち、「人間(教師)」とあるのは、ヤルキーズシステムの原型となったもので、図1の解答卓に教師が常駐して、学習者が持ってくる解答を採点するという方式である。本システムでは解答照合のメディアとして、これらのうちパソコンを用いたということになる。

ところで、個別指導は同図Dに示したように、教師が個別指導の必要な学習者を発見するなどの

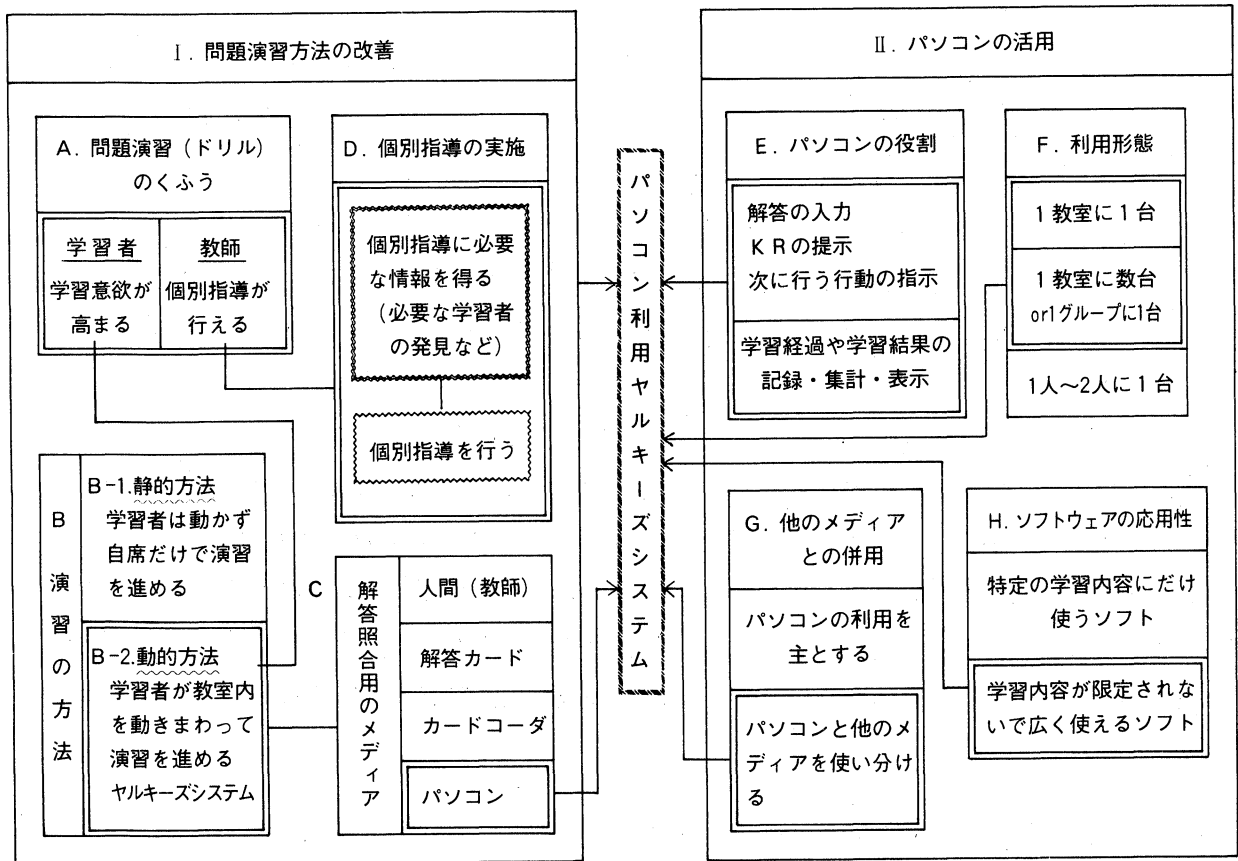


図2：「学習指導法の改善」における本システムの位置づけ (      の枠内が本システムの該当する部分)

「個別指導に必要な情報を得る段階」と、それにもとづいて「実際に個別指導を行う段階」との2段階に分けられるが、この段階とパソコンの役割との関係を少し細かく述べれば、図3のようになる。前者の段階である、個別指導に必要な情報を得る方法として、同図に示したように、①誤答回数に応じて教師の指導を受けるようにパソコンから指示する、②教師が教室内を回って学習者の解答状況を調べる、③学習者から質問を受ける、および④終了後に学習記録を調べるという方法があるが、本システムではこのうちの①と④にパソコンを役立てている。

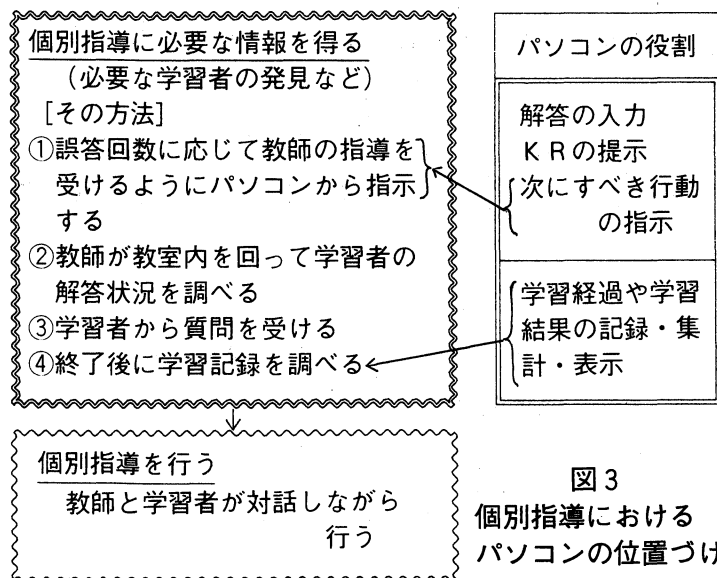


図3  
個別指導における  
パソコンの位置づけ

すなわちパソコンは図3に示したように、学習者が解答を入力するメディアであり、その入力に応じて即時にKRを提示する役割を有しており、さらに先に特長(ウ)として述べたように、場合によっては次にすべき行動を指示する役割ももっている。このことが個別

指導に必要な情報を得るための①の方法になっているのである。また、パソコンの役割として、学習経過や学習結果の記録・集計・表示があるが、これによって④のことが可能となっている。

一方、後者の個別指導を行う段階は、教師が学習者と直接対話しながら行うという考え方をとっており、そのため誤答パターンをあらかじめ予想しておき、誤答状況に応じてパソコン上で指導するというようなことは行っていない。このことが、後述の「学習内容に限定されないソフトウェア」という利点に寄与している。

次に第二の観点であるパソコン利用の観点から、本システムの位置づけを述べる。本システムで

表1：[本システムによる問題演習]と[CAI形式による問題演習]との比較

種別 比較項目		本システムによる 問題演習	CAI形式による 問題演習
a. 使用メディア	問題の提示	問題カード	パソコン
	解答の入力	問題カードに解答を記入後パソコンのところに行って解答を入力する。	解いた後、直接パソコンに入力するか、またはいったんワークシート等に解答を記入してからパソコンに入力する。
	K R の提示	パソコン	パソコン
b.	学習者の教室 内での動き	あり	なし
c.	パソコン上での 個別指導	通常、パソコン上での個別指導は行わず、教師が学習者と直接対話して行う方法をとっている。	あらかじめ誤答パターンを想定し、それに応じた個別指導をプログラム化しておくことによって行う。しかし、必ず行うわけではない。
d.	用いるパソコンの 台数	1教室に1～数台用いる。学習者の数、問題数、問題の難易度によって、パソコンの前で並ぶ人数が異なってくるので、適切な台数も異なってくる。	通常、1人に1台で行うが2～数人に1台で行う場合もある。
e.	ソフトウェアの 作成の手間	問題は問題カードに印刷しソフトウェアには組み込まないので、作成の手間はそれほどかからない。	問題をソフトウェアに組み込んでおく必要があるので特に図の必要な問題では作成に手間がかかる。
f.	ソフトウェアの 汎用性	問題がソフトウェアに組み込まれていないので、学習内容が限定されず広く使える。	問題をソフトウェアに組み込んでいるので、その学習内容にしか使えない。

のパソコンの役割については上述の通りであり、図2のEにも示している。

ところで、パソコンがこのような役割をもつことから、本システムは通常のCAI形式による問題演習と類似しているように思われがちである。確かに、パソコンを導入した学校では問題演習方法の改善のために、CAI形式による問題演習がしばしば行われ学習効果をあげている。

しかし、本システムによる問題演習とCAI形式による問題演習とでは、パソコンを使うという点で共通しているものの、両者を比較すると表1に示したような違いが存在していることがわかる。なお、ここでの「CAI形式による問題演習」とは、問題が画面上に提示され、それを学習者が解

いて解答をキーボードから入力し、その解答に対して正誤のKRが提示されるという、一般的なドリル型CAIによる問題演習を指している。

本システムとCAI形式とが基本的に異なっているのは、表1aのように、問題の提示が本システムでは問題カードで、CAI形式ではパソコンで行われる点と、表1bのように、本システムでは教室内での学習者の動きを活かしているのに対して、CAI形式では学習者は動かないという点である。

同表cのパソコン上での個別指導については、前述のように本システムでは行わないが、CAI形式ではあらかじめプログラム化して行うことがしばしばなされている。

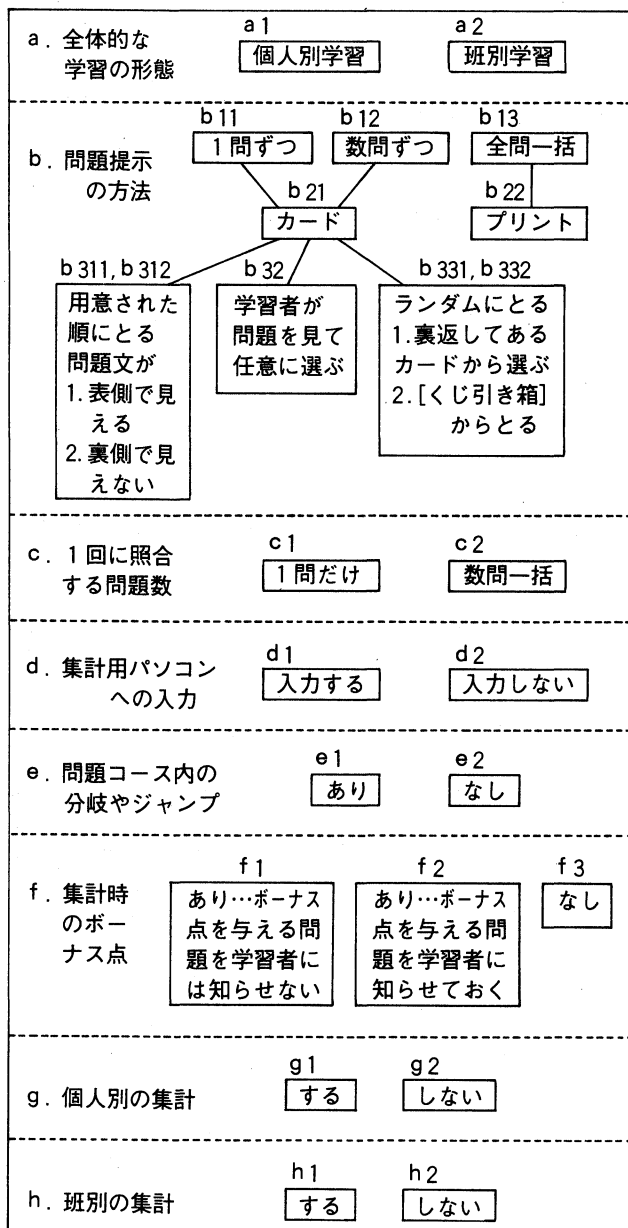
また、前述のようにメディアとして、本システムでは問題カードとパソコンの二つを使い分け、一方CAI形式ではパソコンを主としているため、表1d, e, fの点が異なってくる。CAI形式では、問題提示、解答入力、KR提示の3段階全部にパソコンを使用するので、1人の学習者が1台のパソコンを占有して学習することになり、原則として1人に1台のパソコンが必要となる(表1d)。これに対して本システムでは、問題提示にはパソコンを用いないこと、およびパソコンのところまで学習者が動いていくという方法をとっていることから、1人の学習者がパソコンを専有することはなく、そのため、パソコンは1教室に1~数台で用が足りるということになる。ただし、同表dにも示したように、学習者の数、問題数によってはパソコンの前で並ぶ場合が出てくるので、問題の難易度も考慮しながら、適切な台数を用意する必要がある。

さらに、CAI形式では問題をパソコンのソフトウェアに組み込んでおく必要があるので、特に図の必要な問題ではソフトウェア作成に手間がかかる。これに対して本システムでは問題は問題カードに印刷し、ソフトウェアには組み込まないので、その分の手間はかからない(表1e)。しかもこのことから、CAI形式では1つの学習内容に1つのソフトウェアが必要になるが、本システムのソフトウェアは学習内容が限定されずに広く使えるという汎用性が生じることになる(表1f)。なお、本システムのソフトウェアでは、正解は入力しておく必要があり、これは学習内容に依存するわけであるが、正解入力部分だけはソフトウェア本体から分離した構造に作っており、ソフトウェア本体は学習内容を限定しないようにしている。また、本システムではパソコン上での個別指導は行わないので、そのプログラム部分を作る必要がなく、このことも広く使えることに寄与していることは、先にもふれた通りである。

このように、本システムは通常のCAI形式による問題演習に比べて異なった特徴を有していることがわかる。特に学校でのパソコンの活用という観点からみると、表1d, fで述べたことに意義がある。それを図2に示したのが同図内のF, Hの部分である。これは同図Gに示したように、パソコンと他のメディアを使い分けていくという考え方が活かされているためであることは、これまでに述べた通りである。現在学校にパソコンが導入されつつあるが、1校に1~数台のケースが多いのが現状である。本システムでのパソコンの利用形態は、この現状でのパソコン活用法の一例を示したものとして意義があるといえる。

### 3. 実施時の具体的方式

本システムを学校で実際に行う場合は、その具体的方法が画一的に固定されているわけではない。たとえば問題提示の方法だけでも図4のbに示したように、いくつかの方法がある。従来のヤルキーズシステムでは、問題は1問ずつ問題カードに印刷され、それを問題文が表側になるようにして、教師が意図的な順に問題卓上に置いておき、学習者はその順にとっていく方法で通常行っていた。すなわち、図4の {b11-b21-b311} という組み合わせである。しかし、問題文を裏側（表側は問題番号）にして置いておくと、学習者の気持ちは少し変わってくる。問題文が裏になっていて見えない場合、学習者が自分でとって裏返して見てみないと問題文がわからないので、くじ引きのような楽しさを与えることができる。また、b331, b332のように問題カードをランダムにとらせる方法もある。この場合も同様にくじ引きのような楽しさとスリル感を与えることができる。さらに、問題の選択を学習者にまかせてしまう方法もあり得る (b32)。



一方、従来のヤルキーズシステムでは問題はカードで与えることを当然のように考えていたわけであるが、{b13-b22}のように全問題を一括してプリントで与え、解くことと照合は1問ずつ行うという方法も実施されている。この場合、学習者には最初から全部の問題が知られることになるが、教師の問題カード作成の手間がかからない利点がある。

このように本システムには図4に示したように、8つの構成要素 (a~h) と、各要素に対応した数種の方法があるので、それらを組み合わせることで種々の方式をとることができる。組み合わせ方は基本的には {a1-b11-b21-b311-c1-d2-e2-f3-g2-h2} であるが、問題提示の方法として、{b11-b21-b332} や {b13-b22} の組み合わせもできるし、

図4：本システムの構成要素 (実施する際は、a~hの各要素を組み合わせで行う)

ほかの要素も様々に組み合わせられるというぐあいである。以下各要素について説明する。

図4 aは、演習を全く個別に行うか、それとも班別に行うのか選択である。后者では班に1台のパソコンを用意し、最終的に班別に集計して競わせるねらいがある。このとき、班内では教え合ったりさせる場合もある。

図4 cの「1回に照合する問題数」は従来1問だけとしていたが、問題数が多い場合は照合にかなりの手間と時間をとるので、数問を一括して入力し照合する方法をとるとよい。

また、dの「集計用パソコンの入力」は、解答照合用パソコン以外に集計用パソコンを用意しておき、学習者を正解のときに集計用パソコンのところに行かせ、それに入力させることである。これは班別の得点集計を目的としているので、それをパソコンではしないというのであれば必要はない。

eは問題を進めていく途中で、解答状況に応じて別の類似問題に分岐させたり、数問先へジャンプさせることを表している。fの「ボーナス点」とは、ある問題ができたときは特別に点数を加えるということで、これを与える場合は、f1とf2の二通りの方法がある。gとhも教師の意図によって、する、しないのどちらかを選べばよい。

なお、これらのうち、班別学習、問題カードをくじ引き箱からとること、集計用パソコンへの入力、集計時のボーナス点、および班別の集計、というアイデアは、木村が「ドリルチャンプ」(1章で既述)で導入したもので、これらのアイデアによって本システムに柔軟性をもたせたことの意義は大きいものがある。

ここで、aは別にしてb~hの組み合わせの数を求めてみる。まず、問題提示の方法を組み合わせると、つぎの①②で計11通りの方式ができる。

①カード形式……………{(b11 or b12)-b21-(b311, b312, b32, b331, or b332)} で  $2 \times 1 \times 5 = 10$ 通り

②プリント形式……………{b13-b22} の1通り

一方、c~hの組み合わせの数は、 $2 \times 2 \times 2 \times 3 \times 2 \times 2 = 96$ 通りとなる。これとbを組み合わせると、 $11 \times 96 = 1056$ 通りの方式が考えられるが、カードをランダムにとる方式(b331, b332)では、「問題コース内の分岐やジャンプ」ができないことなどから、現実に可能な方式の数は1056通りよりも少ない。

演習を行う場合、様々な方式を交互に採用し、新奇性の効果を利用して学習者の飽きを少なくしていくことが望まれるが、その意味で、少しずつ異なった数多くの方式の実施が可能な本システムはたいそう有用なものとなる。

#### 4. 今後の課題

おわりに、本システムの今後検討すべき課題点について述べる。



### (1) パソコンの適切な台数について

本システムを実施する際は、パソコンは1～数台あればよいことを2章で述べた。しかし、その適切な台数の判断はむずかしい。少ないとパソコンの前に並んで待つことが多くなるし、台数が多すぎても使われないパソコンが生じて無駄になる。また、ある程度待つこともかえって期待感を高めるのに役立つと考えられるが、待ち過ぎるのは無駄な時間となる。1台のパソコンの利用頻度は、学習者の数、問題数、および問題の難易度に依存するので、これらをもとに総合的に判断して適切な台数を用意する必要がある。今後実践を重ねて経験的に適切な台数を把握する必要があるが、パソコン上でのシミュレーションによって適切な台数を知ることも検討中である。

### (2) 演習中の解答状況の把握について

教師が個別指導に必要な情報を得る方法(図3の①～④の方法)を第2章に述べた。その中で「終了後に学習記録を調べる」方法があるが、この方法では個別指導を演習終了後に行うことになる。しかし、教師による個別指導は、必要なときに即時に行うことが望ましい。そのため演習の最中に個別指導に必要な情報が得られればよいが、現状ではそれを「誤答回数に応じて教師の指導を受けるようにパソコンから指示する」「教師が教室内を回って学習者の解答状況を調べる」「学習者から質問を受ける」という三つの方法に依存している。

そこで、これらの方法以外に個別指導に必要な情報を得る方法を考え出す必要がある。その一つとして現在計画している手だてが、解答状況把握用のパソコンを新たに設けることである。すなわち、解答照合用の数台のパソコンと解答状況把握用パソコンとをケーブルで接続し、前者のパソコンから後者のパソコンに、解答状況をデータとして常時送り込むのである。これによって、後者のパソコンの画面上に各学習者の解答状況(各学習者が各問題についてどのように解答したかという解答経過)を表示することができる。教師はそれを見て、個別指導の必要な学習者を発見し、即時に個別指導を行うことができるようになるわけである。

以上本論文では、パソコン利用ヤルキーズシステムについて、学習指導法の改善における位置づけ、実施時の具体的方式、今後の検討課題を述べた。

このような演習方法は小・中学校だけに役立つわけではない。高校での利用例も報告されている<sup>3)</sup>、また、本システムに類似した演習方法が大学での工学演習に適用され、その有効性が検証された報告も出されている<sup>7)</sup>。今後様々な演習方法の試みが、校種や教科に関係なく広範囲に実践され報告されることを期待したい。

最後に、本文で紹介したドリルチャンプの創案者である青森県名川町立剣吉小学校木村明彦教諭に御礼申し上げます。また、有益なご意見をいただいた同校のETK研究グループと、鹿児島教育工学研究会の先生方に謝意を表します。

## [参 考 文 献]

- 1) 園屋高志・末武国弘・吉沢康雄・前迫孝憲・西村泰彦・石田直武・足立章・浅田誠一, "Learning by Doings" にもとづく練習問題の演習システム「ヤルキーズ」, 日本教育工学雑誌, Vol. 4, No.1, 1979, pp.17-27
- 2) 遠矢 守, 練習問題演習用「正誤判定機」の改良, 鹿児島大学教育学部研究紀要, Vol. 33, 1982, pp.53-66
- 3) 浅田誠一, 練習問題の演習システム「ヤルキーズ」, 関東工業化学教育研究会第30回大会資料, 1982
- 4) 園屋高志, パソコンを学習の一道具として使う, マイコンレーダー, 1989年4月号, 第一法規, pp.16-19
- 5) 園屋高志・木村明彦, ヤルキーズシステムの考え方を活かした問題演習システム“ドリルチャンプ”の開発, 電子情報通信学会, 教育工学研究報告, ET90-38, 1990, PP.53-58
- 6) 園屋高志・柳田修一・末武国弘, 練習問題の演習方式におけるヤルキーズシステムと他方式との比較, 日本教育工学雑誌, Vol. 7, No.3, 1983, pp.129-141
- 7) 宮地 功, コンピュータを演習問題の個別化と解答照合に用いた工学演習の有効性, 日本教育工学雑誌, Vol. 14, No.1, 1990, pp.13-27